La fixation des dunes au Maroc

PAR M. E. MIÈGE.

Une certaine partie du littoral atlantique marocain est bordé de dunes sableuses et mouvantes, dont la fixation a donné lieu à des essais particulièrement intéressants.

Ces dunes, constituées par des éléments siliceux et calcaires provenant du sable de la mer et, probablement aussi, de l'érosion éolienne des terres en place, couvrent approximativement 12 000 hectares dans la région de Mogador, dont la moitié environ de chaque côté (nord et sud) de la route de Marrakech. Elles forment une bande de 32 kilomètres de longueur (14 km. au nord et 18 km. au sud de la ville) et de 4 kilomètres de largeur. On les retrouve, avec les mêmes caractères, au sud d'Agadir, de part et d'autre de l'Oued Souss, et sur une cinquantaine de kilomètres de longueur.

Ces dunes, essentiellement mobiles, sont très envahissantes; elles se déplacent généralement du nord au sud — et, aussi, légèrement vers l'est — poussées par les alizés très puissants qui soufflent constamment dans cette direction et qui donnent à cette région ses caractéristiques climatiques très spéciales. Une grosse dune isolée peut se déplacer de 18 à 20 mètres par an, supprimant toute la végétation, même ligneuse, qui se trouve devant elle; les ondulations qui longent la côte océanique dans cette partie du sud marocain, et qui sont couvertes d'un boisement sporadique à base d'Arganier, n'ont pas échappé à cet envahissement, et l'on peut constater sur place la disparition progressive des espèces qu'elles portaient et assister à la mort d'arbres isolés mais vigoureux. Les sables se sont avancés jusqu'à 13 kilomètres à l'est de Mogador, menaçant de couper, en peu de temps, la route de Marrakech. C'est devant ce danger que le Service des Eaux et Forêts du Protectorat, avec un esprit réellement novateur et dégagé des formules toutes faites, a entrepris la fixation des dunes [1].

1. Ce Service, dirigé à Rabat par M. le Conservateur Boudy, est représenté à Mogador par M. l'inspecteur Wattier et M. le garde général Beauchant, à qui nous devons une grande partie des renseignements relatés ici.

Il semble permis de supposer, étant donnée la rapidité de l'invasion et, d'autre part, la superficie relativement peu considérable qu'elle a submergée jusqu'ici, qu'elle est de date assez récente et qu'elle trouve son origine dans un déboisement inconsidéré. Au moment de la construction de la ville de Mogador, tous les environs étaient boisés, ce qui était, précisément, l'une des raisons du choix de son emplacement.

Les premiers essais de stabilisation ont commencé en 1916, sur la partie médiane, dans le but de protéger, tout d'abord, la route de Marrakech; ils permirent de dégager une technique originale pour l'exécution des grands travaux, qui débutèrent en 1918, et qui s'attaquèrent à la région côtière la plus septentrionale, en arrière de laquelle pourraient, ensuite, continuer librement les opérations ultérieures.

Ce qui caractérise la formule adoptée, c'est qu'elle s'affranchit des données toutes faites, tout en s'inspirant de l'expérience acquise ailleurs dans des tâches analogues; c'est, en particulier, qu'elle est basée sur une parfaite adaptation des végétaux utilisés au milieu spécial dans lequel ils doivent vivre. On a fait appel, en effet, pour la fixation des sables, à la flore spontanée, et la rapidité — comme la qualité — des résultats obtenus montrent que cette conception est tout à fait rationnelle.

La méthode employée est la suivante :

1° Couverture des sables; 2° Ensemencement simultané; 3° Boisement définitif.

1. *Couverture.* — Les mêmes principes ont dirigé le choix et l'utilisation des matériaux de couverture destinés à retenir momentanément les sables et à permettre la levée, puis le développement, de la première végétation. Ces matériaux sont donc pris au voisinage immédiat des dunes et parmi les arbres que l'on trouve sur place; on a recours, surtout, au Thuya et au Genévrier, très abondants dans cette région; depuis 1918, on emploie également l'*Ononis* qui pousse spontanément et vigoureusement, dès que l'on interdit le parcours aux animaux.

Les branchages de ces plantes sont transportés à pied d'œuvre après deux jours de coupe, on les dispose sur le sol très unifor-

mément et bien à plat, l'extrémité la plus grosse dirigée vers la mer et recouverte par les ramilles des branches précédentes; on jette ensuite une pelletée de sable sur cette couverture, de façon à l'appuyer plus fortement contre le sol et à éviter son déplacement par les vents. Cette opération s'exécute de septembre à avril.

2. *Ensemencement.* — La flore spontanée, dont une partie est déjà utilisée pour la stabilisation initiale, est assez variée; nous donnons, ci-dessous, la liste des espèces les plus communes :

Ononis angustissima
— serrata
— diffusa
Astragalus hamosus
Lotus arenarius
— Salzmani
Retama Bovei
Melilotus sulcata
Medicago littoralis
Kœleria *sp.*
Lolium rigidum
Agropyrum junceum
Orysopsis miliacea
Bromus ruberus
Pennisetum ciliare
Scleropoa hemipoa
Vulpia geniculata
Gaudinia marocana
Cyperus budium
Cyperus schœnoides
Asteriscus suaveolens
Picridium orientale
Senecio leucanthemifolius
Andryala
Anacyclus radiatus
Nonnea micrantha
Echium *sp.*
Cakile maritima
Cheiranthus
Fagonia cretica
Matthiola marocana
Silene colorata
Erodium mauritanicum
Rumex bipinnatus
Plantago maritima
Spergularia heterosperma
Polygonum maritimum, *etc.*

On n'a employé, jusqu'ici, qu'un certain nombre de ces végétaux et, en particulier :

1, près de la mer :

Polygonum maritimum
Polycarpia nevea
Mesembrianthemum cristallinum (glaciale)

2, dans les bas-fonds humides :

Ficoïdes

3, au nord des dunes :

Lotus Salzmani
Retama Bovei

4, à l'est des dunes :

Ononis serrata
— angustissima
Cyperus schœnoides

auxquels on a associé :

Psamma arenaria.
Nicotiana glauca
Ricinus sanguineus.

Cette liste n'est d'ailleurs pas limitative et il est probable que devant le succès obtenu, on s'adressera à d'autres plantes spontanées.

Pour effectuer l'ensemencement, on procède, tout d'abord, à la récolte, dans les environs, des graines qu'on a choisies; puis on les mélange ensemble et on les répand sur le sable, en semis dense, sous la couverture de branchages. De plus, et dans le but d'obtenir plus sûrement une végétation plus serrée, on répand, sur ceux-ci, des rameaux d'*Ononis* et de *Lotus*, garnis de leurs fruits. Ces semis ont lieu en automne, et la germination se fait en hiver; dès qu'ils sont effectués, il faut avoir soin de ne plus remuer la couverture et de passer sur le terrain le moins souvent possible. Bientôt, des plantes variées, aux racines puissantes, recouvrent le sol, pour lequel la végétation simi-ligneuse de *Nicotiana*, *Ononis* et *Ricinus* constitue un boisement provisoire, qui peut persister pendant plusieurs années.

Le Ricin s'est montré très intéressant. Sauf lorsque des gelées accidentelles ou des sécheresses vraiment trop persistantes viennent compromettre une partie du peuplement, les levées sont régulières et l'arbuste croît rapidement dans ce milieu en apparence stérile; il atteint bientôt plusieurs mètres de hauteur et son exploitation est lucrative. Les variétés à capsules déhiscentes se régénèrent d'elles-mêmes et constituent un taillis permanent; un Ricin vigoureux dure de cinq à dix ans.

3. *Boisement*. — Dès l'année qui suit la fixation proprement dite, on procède généralement au boisement définitif. On a choisi, pour le réaliser, les espèces suivante : Mimosa (*M. cyanophylla*), Cyprès, Pin d'Alep, Tamaris.

Le Service des Eaux et Forêts a créé, aux abords immédiats de la ville et des dunes, une pépinière parfaitement organisée où ont lieu, au printemps, et en pots, les semis de ces différentes essences. L'hiver suivant, en décembre et janvier, celles-ci sont transportées à pied d'œuvre, dépotées sur place,

et plantées dans des trous faits à la bêche, en écartant simplement la couverture de branchages qui subsiste.

On emploie environ 1 000 plants mélangés à l'hectare, en intercalant entre eux et à la même densité, des boutures de *Tamarix*; on compte ordinairement 80 p. 100 de reprise. Les spécialistes qui dirigent les travaux estiment d'ailleurs que la végétation ligneuse peut et doit se multiplier et s'implanter spontanément sur les zones fixées; ils ont constaté que les *Thuya*, et surtout les *Juniperus* (qui, pourtant, germent difficilement) apparaissent, sans leur intervention et en abondance, deux ou trois ans après la couverture des dunes.

On diffère provisoirement le boisement dans les zones à Ricins, dans lesquelles on fait simplement des semis de Retam à la volée.

La pépinière contient 200 000 plants, ce qui représente la quantité nécessaire au peuplement de 200 hectares.

Économie. — La plantation a surtout en vue une exploitation en quelque sorte successive et fractionnée qui fournira, dès le début et pour ainsi dire sans interruption, des produits et même des bénéfices.

A l'origine, c'est le Ricin qui offre des ressources très appréciables. En effet, le Ricin sanguin, qui est le plus employé (le Ricin du Brésil, également essayé, paraît moins avantageux), est susceptible de fournir rapidement des rendements assez élevés d'une graine riche en huile.

D'après les essais entrepris, il y a quelques années, par la Direction générale de l'Agriculture, sur différentes espèces et variétés, c'est le Ricin sanguin qui donne, au Maroc, les résultats les meilleurs; sa teneur en matière grasse est d'environ 52 p. 100, avec une production moyenne, par pied, de 180 grammes de graines décortiquées.

Dès la sixième ou la septième année, le Mimosa peut fournir de l'écorce tannifère.

On arrivera ainsi jusqu'à l'époque à laquelle les Pins commenceront à être exploitables pour la résine.

On aura donc, grâce à cette très judicieuse combinaison, obtenu sans arrêt un profit non négligable, et de vastes forêts auront, en peu de temps, été créées presque gratuitement,

dans un milieu qui, sans elles, aurait été voué fatalement à une rapide décadence.

En 1921, on a récolté 30 000 kilogrammes de graines de Ricin, qui ont été vendues à raison de 70 francs les 100 kilos. On pense pouvoir recueillir 60 000 kilogrammes en 1922 et arriver, dans quelques années, à une production de deux ou trois cents tonnes. Le Service dispose d'une égreneuse mécanique du système Héraut, mais il utilise plutôt de petites égreneuses à bras, d'un prix réduit et d'un maniement très facile.

Pour la récolte des graines, les ouvriers coupent, au sécateur, les inflorescences chargées de fruits et les réunissent sur le sol, où ils les laissent sécher pendant quelques jours; en glissant ensuite la main fermée autour des rameaux, ils en détachent aisément les capsules, qui sont alors ramenées au magasin et passées à l'égreneuse.

En 1921, c'est-à-dire après trois ans d'efforts, 2 500 hectares ont déjà été fixés (et couverts de Rétam), 500 hectares sont plantés en Ricin de belle venue. Le boisement définitif se continue à raison de 100 hectares par an.

Sur l'invitation du Président, M. Louis Gentil poursuit son exposé relatif à la structure géologique du Maroc et aux zones climatiques en relation avec les changements de flore.

Toute la région parcourue depuis Demnat jusqu'à Mogador, qui constitue dans son ensemble le *Houz* de Marrakech, appartient encore à la *Meseta marocaine*, que les membres de la Session ont traversée depuis leur départ de Rabat. La structure tabulaire se montre avec une particulière netteté dans plusieurs buttes-témoins qui représentent des lambeaux ménagés par l'érosion dans le régime tranquille des terrains crétacés et éocènes. La petite chaîne des Djebilet semble résulter d'un simple ridement de la Meseta, ayant été, par l'érosion, décapée de sa couverture secondaire et tertiaire; cette action a laissé apparaître l'ossature primaire schisteuse et cristalline du ridement.

Le régime tranquille de la Meseta prend fin au pied de la chaîne de l'Atlas, dont les premiers contreforts se redressent, par de brusques

inflexions des couches crétacées qui vont buter ensuite par failles contre le massif ancien du Haut Atlas occidental.

Au point de vue climatologique, le Haut Atlas sépare deux zones bien distinctes : la zone méridionale désertique ou sub-désertique du Drâ et de l'Anti-Atlas, influencée par le climat sec du Sahara, et la zone située au nord de la grande chaîne, qui est soumise à l'action des vents marins. Les vents d'ouest qui apportent la pluie par l'humidité empruntée à l'Océan, alternent avec des vents nord et nord-est qui, s'engageant dans le couloir de Taza, subissent une décompression sur le versant septentrional de l'Atlas, où ils abandonnent l'eau empruntée à la Méditerranée occidentale.

Ainsi semble devoir s'expliquer la constatation si intéressante faite par les membres de la Société botanique d'une flore méditerranéenne sur les contreforts du Haut Atlas et dans la région de Mogador.

A Marrakech, on trouve mieux encore dans la zone steppique qui s'étend sur les Rehamna, et déborde, à l'est, dans la région d'El Boroudj. Cette zone sèche suit la succession de zones de moins en moins humides que l'on constate en s'enfonçant depuis le littoral vers l'intérieur des terres, par suite d'un abandon progressif de leur humidité par les vents marins d'ouest.

M. L. Gentil rappelle que l'Arganier a une aire d'extension bien déterminée : commençant près de Safi, il s'étend dans toute la région littorale de Mogador et d'Agadir pour s'enfoncer dans le Sous dans la direction d'Aoulouz. Cette essence est indifférente à la nature du sol, et doit correspondre à une zone climatique bien déterminée.

Au contraire, le Thuya à gomme sandaraque paraît affectionner particulièrement les terrains calcaires, et sa répartition est sous la dépendance intime de la nature du sol.

M. Louis Gentil a été frappé de l'opinion émise par quelques membres de la Session, relativement à l'influence possible des sols phosphatés sur la répartition de la flore; il exprime à ce sujet le vœu que les botanistes s'attachent avec un soin tout particulier à l'étude des relations de cette nature. La zone phosphatée est très étendue au Maroc, le bassin reconnu d'El Boroudj-Oued Zem, s'étend vers le sud jusqu'aux premiers contreforts de l'Atlas; peut-être pourrait-on trouver, dans l'étude de la flore, des renseignements de nature à faciliter la recherche du précieux gisement.

M. le Président remercie M. L. Gentil de son intéressante communication : les membres de la Session se félicitent de la collaboration qu'il a apportée à leurs travaux. Sa pré-

sence parmi eux a été utile non seulement par les indications précieuses qu'il a pu donner sur la structure du sous-sol et la configuration des régions parcourues, sur la nature des sols et sur les principales caractéristiques des climats, mais encore par l'autorité qu'il a acquise par ses explorations et ses travaux au Maroc et qu'il a mise généreusement à la disposition de tous. M. le Président se fait l'interprète de la Société botanique en adressant à M. Gentil ses bien vifs remerciements pour les services qu'il a rendus au cours de la Session extraordinaire tenue au Maroc.

M. Maire prend la parole pour mettre en évidence les particularités intéressantes, au point de vue de la géographie botanique, de la région comprise entre Marrakech et Mogador. Il est curieux de voir se succéder, entre le littoral et l'Atlas, une flore méditerranéenne (sur le littoral), une flore steppique (dans la région intermédiaire entre le littoral et l'Atlas), puis à nouveau une flore méditerranéenne (sur les premiers contreforts de l'Atlas). La région de Mogador offre à elle seule un grand intérêt; cette région reçoit peu d'eau, et devrait, pour cette raison, présenter des caractères de steppe; on trouve là cependant une flore de région humide due au voisinage de l'Atlantique, qui agit par l'intermédiaire de ses vents à degré hygrométrique élevé. Il est intéressant de noter, aux environs de Mogador, la présence d'un grand nombre d'espèces que l'on ne retrouve plus que très au nord. Quant à l'Arganier, il apparaît comme le reliquat d'une flore appartenant à une période ancienne.

M. Maire fait ensuite une communication relative au *Volvaria speciosa*; cette Agaricinée a été considérée jusqu'à maintenant comme l'une des espèces les plus toxiques; les auteurs la classent habituellement parmi les quelques Champignons mortels. Il résulte de l'étude faite par M. Gautier, sous la direction de M. Maire, que le *Volvaria speciosa* doit être rayé de la liste des espèces toxiques.

Administrés *per os* au chat ou au cobaye, ou bien employés en injections hypodermiques ou intra-péritonéales, ni le suc, ni le bouillon du *Volvaria speciosa* ne produisent aucun trouble. Enfin MM. Maire et Gautier ont pu manger des quantités appréciables de ce Champignon sans en éprouver aucun malaise.

La parole est ensuite donnée à M. Pons, qui propose que le siège de la Session extraordinaire pour 1922 soit le Briançonnais. M. Pons rappelle la richesse de cette région au point de vue botanique; il offre son concours le plus large pour l'organisation de cette Session et indique comme époque la plus favorable, la dernière quinzaine de juillet.

M. le Président met aux voix cette proposition. Le projet de M. Pons est adopté à l'unanimité.

La séance est levée à 18 h. 15.